



1. Кого считают первооткрывателем клетки? Кто является автором и основоположником клеточной теории? Кто дополнил клеточную теорию принципом «Каждая клетка — от клетки»?

Р. Вирхов, М. Шлейден, Р. Гук, Т. Шванн, А. ван Левенгук.

2. Какие понятия пропущены в биологических «уравнениях» и заменены вопросительными знаками?

Поверхностный аппарат клетки + ? + ядро = эукариотическая клетка

Цитоплазма = органоиды + цитоскелет + ?

Надмембранный комплекс + ? = поверхностный аппарат клетки

3. Сформулируйте основные положения клеточной теории. Какой вклад внесла клеточная теория в развитие естественнонаучной картины мира?

4. Назовите основные компоненты клеток. Какие из них свойственны только клеткам эукариот?

5. О чем свидетельствует тот факт, что клетки различных организмов имеют общий план строения?

6*. Используя знания, полученные при изучении биологии в 6—10-м классах, на примерах докажете справедливость четвертого положения клеточной теории.

7*. В связи с чем некоторые клетки достигают сравнительно крупных размеров (яйцеклетки птиц и акул, клетки мякоти плодов и эндосперма семян, нейроны с отростками более 1 м)? Как вы думаете, есть ли пределы увеличению (уменьшению) размеров клеток? Чем они могут быть обусловлены?



§10-1



ПОВТОРЕНИЕ ОТКРЫТИЯ ГУКА



§ 11. Поверхностный аппарат клетки

Обязательным компонентом поверхностного аппарата любой клетки является **цитоплазматическая мембрана (плазмалемма)**. Она отделяет и защищает внутреннее содержимое клетки от внешней среды. Важнейшим свойством цитоплазматической мембраны является *избирательная проницаемость*. Различные вещества проходят через плазмалемму с разной скоростью, а для некоторых она практически непроницаема. Таким образом, цитоплазматическая мембрана обеспечивает обмен веществ между клеткой и внеклеточной средой и постоянство химического состава клетки.

Химический состав и строение плазмалеммы. Цитоплазматическая мембрана состоит преимущественно из липидов и белков. В состав плазмалеммы также входят углеводы, которые являются компонентами сложных липидов и белков — гликолипидов и гликопротеинов. Толщина цитоплазматической мембраны составляет около 7,5 нм.

Около половины массы плазмалеммы составляют липиды, представленные в основном фосфолипидами. Они формируют основу строения мембраны — *липидный бислой* (двойной слой), в котором гидрофобные хвосты молекул погружены внутрь, а гидрофильные головки располагаются снаружи (см. рис. 19, с. 37). Кроме фосфолипидов, в состав двойного слоя входят и другие липиды, например стероиды. Белки, входящие в состав мембраны, могут пронизывать липидный бислой насквозь, частично погружаться в него или примыкать к поверхности (рис. 30).

Мембранные липиды и белки связаны между собой не ковалентными связями, а за счет гидрофобных и электростатических взаимодействий. В связи с этим молекулы данных веществ могут двигаться вдоль плоскости мембраны. Таким образом, плазмалемма является динамичной структурой — молекулы белков перемещаются в подвижном, текучем липидном бислое, как в жидкости. Свойство текучести обуславливает пластичность плазмалеммы, благодаря чему она способна, например, быстро восстанавливать свою целостность после незначительных повреждений.

В клетках эукариот, кроме плазмалеммы, имеются внутренние мембраны, ограничивающие ядро и мембранные органоиды. Для всех биологических мембран характерен общий план строения — их основу составляет липидный бислой, с которым связаны молекулы белков.

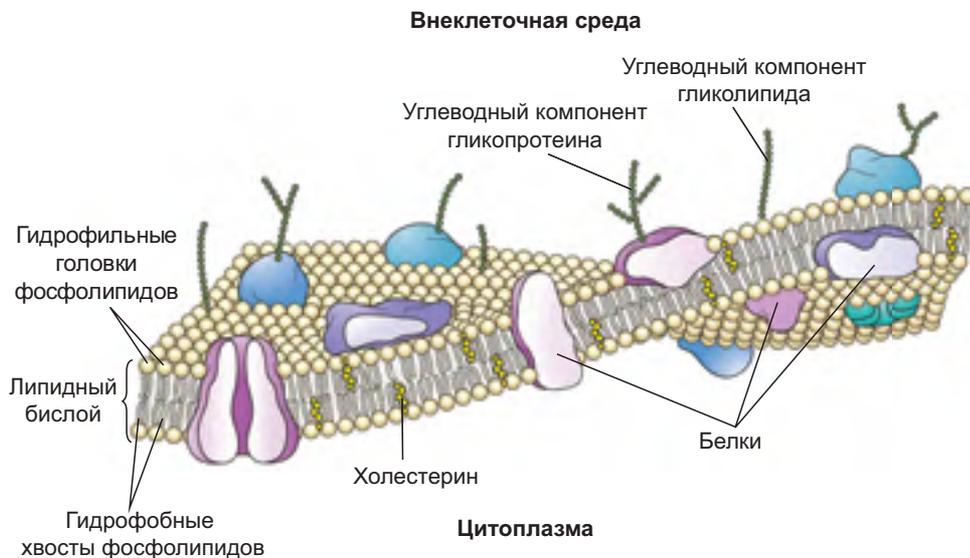


Рис. 30. Строение цитоплазматической мембраны

Функции плазмалеммы. Цитоплазматическая мембрана окружает цитоплазму, физически отделяя клетку от внеклеточной среды. Кроме того, плазмалемма ограничивает поступление в клетку и выведение из нее определенных химических веществ. Таким образом, цитоплазматическая мембрана выполняет *барьерную* функцию.

Еще одной функцией плазмалеммы является *рецепторная*. Она обусловлена тем, что некоторые мембранные белки являются рецепторами. Когда молекула определенного вещества связывается с таким белком, он изменяет свою пространственную конфигурацию. Это обеспечивает передачу сигнала из внеклеточной среды в клетку и приводит к изменению протекания определенных внутриклеточных процессов. Так, существуют мембранные рецепторы для гормонов и нейромедиаторов (вспомните механизм передачи нервного импульса в синапсе, изученный в курсе биологии 9-го класса). Взаимодействие рецепторов с химическими веществами обеспечивает также распознавание вкусов (например, рецепторными клетками вкусовых почек языка человека) и запахов (обонятельными рецепторами эпителия носовой полости). Изменение пространственной структуры мембранных белков может происходить не только под действием определенных веществ, но и в результате влияния тех или иных физических факторов. Так, молекулы зрительных рецепторных белков палочек и колбочек сетчатки глаза реагируют на свет, существуют термочувствительные белки-рецепторы и т. п.

Плазмалемма также выполняет функцию *узнавания других клеток*. Над наружной поверхностью цитоплазматической мембраны, как антенны, выступают разветвленные и линейные молекулы углеводов (см. рис. 30). Они соединены ковалентными связями с мембранными белками и липидами, образуя гликопротеины и гликолипиды. Эти молекулы у разных типов клеток имеют специфические различия и являются маркерами, позволяющими опознать клетку. С их помощью клетки узнают друг друга и взаимодействуют (например, сперматозоид и яйцеклетка), правильно ориентируются и связываются между собой при формировании тканей и органов.

Одной из важнейших функций цитоплазматической мембраны является *транспортная*. Транспорт через плазмалемму обеспечивает доставку веществ, необходимых клетке, и удаление из нее конечных продуктов обмена. Благодаря транспортной функции цитоплазматической мембраны также осуществляется секреция клетками различных биологически активных веществ.

Способы транспорта веществ через цитоплазматическую мембрану. Перемещение веществ через плазмалемму может осуществляться за счет диффузии, активного транспорта и транспорта в мембранной упаковке.

При **диффузии** частицы вещества движутся через мембрану из области высокой концентрации этого вещества в область более низкой. За счет диффузии транспортируются только небольшие молекулы или ионы. При этом неполярные соединения, такие как O_2 , CO_2 , N_2 и др., перемещаются непосредственно через липидный бислой. Диффузия ионов и гидрофильных веществ, например воды, мочевины, происходит через специальные каналы. Такие каналы, образованные белками, пронизывают мембрану насквозь (рис. 31).

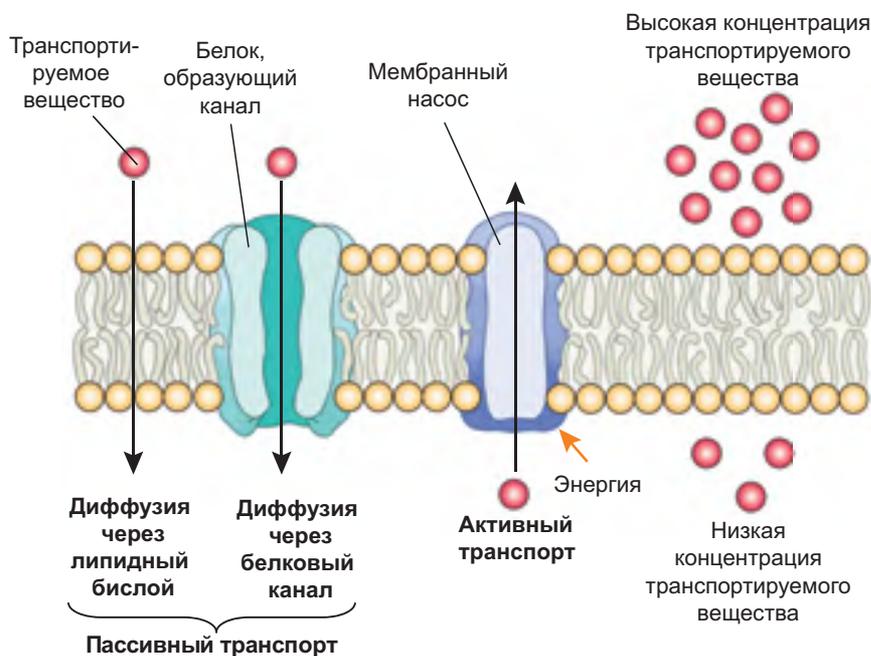


Рис. 31. Схема транспорта веществ через плазмалемму

Как уже отмечалось, цитоплазматическая мембрана обладает избирательной проницаемостью. Молекулы воды легко проходят через плазмалемму, но для многих растворенных веществ она является преградой. Если концентрации этих веществ внутри клетки и во внеклеточной среде отличаются, наблюдается явление осмоса (рис. 32, с. 64). **Осмоз** — это перемещение молекул воды через избирательно проницаемую мембрану. При этом молекулы воды движутся из области, где содержание воды больше (т. е. из более разбавленного раствора), в область, где ее меньше (в более концентрированный раствор).

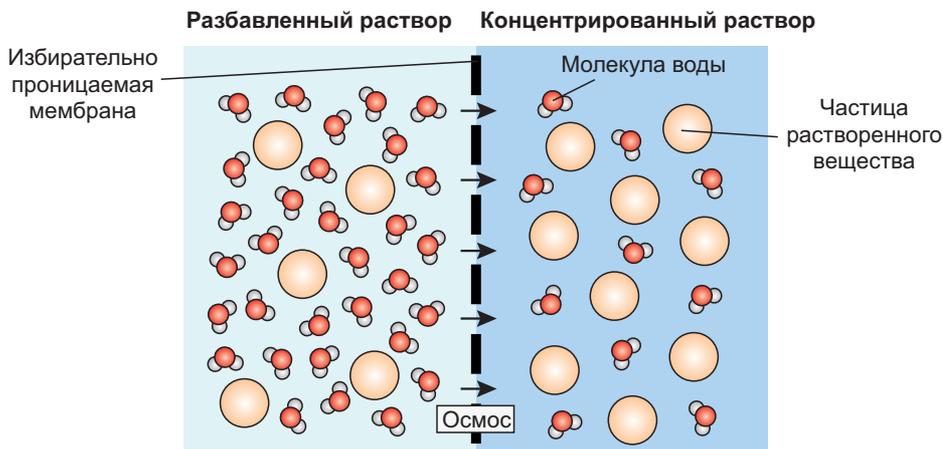


Рис. 32. Схема процесса осмоса

Перемещение молекул воды происходит до тех пор, пока концентрации растворов по обе стороны мембраны не уравниваются. Таким образом, осмос является особым видом диффузии, при котором равновесие достигается за счет движения через мембрану только молекул растворителя — воды. Благодаря осмосу происходит выравнивание концентраций растворенных веществ в клетке и во внеклеточной среде.

Все виды диффузии обеспечивают транспорт веществ из области их более высокой концентрации в область низкой. Перенос происходит без затрат энергии, поэтому диффузию относят к **пассивному транспорту**.

Перемещение низкомолекулярных веществ, в том числе ионов, через плазмалемму из области низкой концентрации в область более высокой обеспечивает **активный транспорт**. При этом затрачивается энергия, источником которой в большинстве случаев служит АТФ. Активный транспорт осуществляется специальными белками — *мембранными насосами* (см. рис. 31). Процессы активного транспорта играют важную роль в осуществлении различных процессов жизнедеятельности, таких как возбуждение клеток, передача нервных импульсов, сокращение мышечных волокон и др.

Примером мембранного насоса может служить Na^+/K^+ -АТФаза. За счет энергии, выделяющейся при гидролизе молекулы АТФ, она переносит три иона Na^+ из клетки во внеклеточную среду, а два иона K^+ — наоборот в клетку. Этот процесс многократно повторяется. Таким образом, за счет работы Na^+/K^+ -АТФазы во внеклеточной среде создается высокая концентрация Na^+ , а внутри клетки — K^+ . В результате на цитоплазматической мембране возникает разность потенциалов, что необходимо для возбуждения клетки, возникновения и проведения нервного импульса.

Макромолекулы, например белки, полисахариды и нуклеиновые кислоты, а также пищевые частицы транспортируются в **мембранной упаковке**. Различают два вида транспорта в мембранной упаковке — эндоцитоз и экзоцитоз. Так же как и активный транспорт, процессы эндо- и экзоцитоза происходят с затратами энергии.

Эндоцитоз — поглощение клеткой твердых частиц или растворов путем образования пузырьков, окруженных мембраной. Благодаря текучести и пластичности плазмалеммы захватываемые вещества обволакиваются ею и заключаются в формирующийся *эндоцитозный пузырек*. Далее пузырек отделяется от мембраны и перемещается внутрь клетки (рис. 33, а). Выделяют два типа эндоцитоза: *фагоцитоз* — поглощение твердых частиц и *пиноцитоз* — поглощение жидкости с растворенными в ней веществами.

Эндоцитоз характерен для клеток всех эукариотических организмов. Например, у гетеротрофных протистов он обеспечивает питание. В организме животных эндоцитоз, кроме того, играет защитную роль. Так, лейкоциты путем фагоцитоза захватывают попавшие в организм бактерии и другие чужеродные объекты.

Экзоцитоз — это процесс, обратный эндоцитозу. Выделяемые вещества в эукариотической клетке заключаются в *экзоцитозный пузырек*, ограниченный мембраной. Он перемещается к цитоплазматической мембране, далее обе мембраны сливаются, и содержимое пузырька оказывается во внеклеточной среде (рис. 33, б). Так из клетки выводятся непереваренные остатки пищи, ферменты, гормоны, полисахариды и другие вещества.

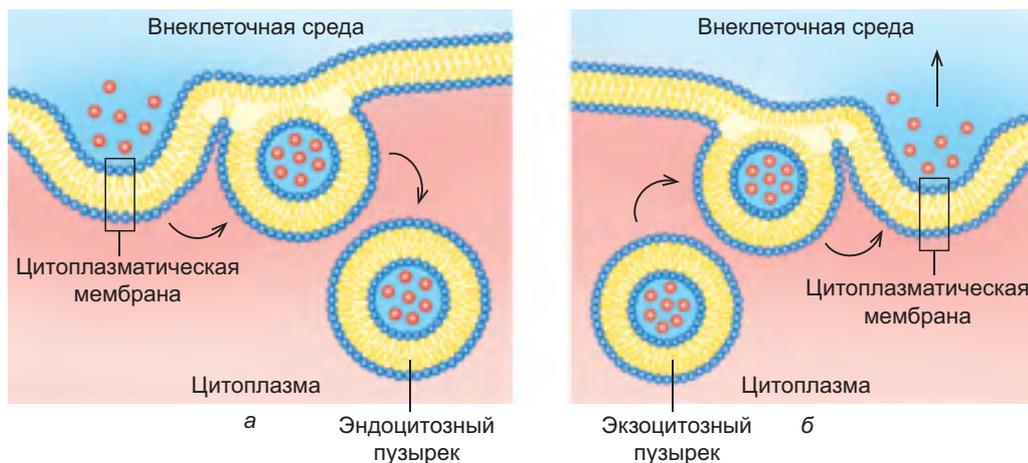


Рис. 33. Схема эндоцитоза (а) и экзоцитоза (б)

Надмембранный комплекс состоит из структур, расположенных снаружи от цитоплазматической мембраны. В клетках животных внешняя поверхность плазмалеммы покрыта **гликокаликсом**. Это тонкий слой, образованный молекулами углеводов, которые связаны с мембранными белками и липидами. Гликокаликс защищает цитоплазматическую мембрану от повреждений, участвует в осуществлении рецепторной функции плазмалеммы и функции узнавания клеткой других клеток.

Надмембранный комплекс клеток бактерий, грибов, растений и многих водорослей представлен жесткой **клеточной стенкой**. Она придает клеткам механическую прочность, поддерживает их форму и защищает содержимое. Кроме того, клеточная стенка предохраняет клетки от разрыва при поступлении в них воды путем осмоса. Клеточные стенки растений и ряда водорослей в основном состоят из целлюлозы, грибов — из хитина. У некоторых бактерий снаружи от клеточной стенки имеется слизистая **капсула**, защищающая клетку от высыхания и других неблагоприятных факторов.



Цитоплазматическая мембрана (плазмалемма) — универсальная часть поверхностного аппарата, характерная для любой клетки. Основу строения плазмалеммы составляет липидный бислой, с которым связаны молекулы белков. Цитоплазматическая мембрана выполняет барьерную, рецепторную и транспортную функции, а также функцию узнавания других клеток. Важным свойством цитоплазматической мембраны является избирательная проницаемость. Вещества могут перемещаться через плазмалемму без затрат энергии за счет пассивного транспорта, т. е. диффузии. Активный транспорт и транспорт в мембранной упаковке происходят с затратами энергии. Снаружи от цитоплазматической мембраны находится надмембранный комплекс.



1. Из каких химических соединений состоит цитоплазматическая мембрана? Каково строение плазмалеммы?
2. Перечислите и поясните основные функции плазмалеммы.
3. Какими способами может осуществляться транспорт веществ через цитоплазматическую мембрану?
4. Два раствора глюкозы разделены мембраной, не пропускающей молекулы глюкозы, но пропускающей воду. Концентрация глюкозы в первом растворе — 1 %, во втором — 0,1 %. Что происходит с молекулами воды? Как называется это явление?
5. Чем отличаются процессы фагоцитоза и пиноцитоза? В чем проявляется сходство этих процессов?
6. Каковы функции и особенности состава надмембранного комплекса у клеток разных организмов?

7*. Сравните различные типы транспорта веществ в клетку. Укажите черты их сходства и различия.

8*. Какие функции не смогла бы выполнять цитоплазматическая мембрана, если бы в ее состав не входили белки? Ответ обоснуйте.



ИЗУЧЕНИЕ ОСМОСА НА КУХНЕ



§ 12. Гиалоплазма. Цитоскелет. Немембранные органоиды

Как вы уже знаете, внутреннее содержимое клетки, за исключением ядра, называется цитоплазмой. Ее основой является гиалоплазма, в которую погружены компоненты цитоскелета и органоиды.

Гиалоплазма объединяет в целостную систему все клеточные структуры и обеспечивает взаимодействие между ними. Основным ее компонентом является вода, в которой растворены белки, аминокислоты, углеводы, нуклеотиды, соли и другие соединения. В гиалоплазме протекают различные процессы метаболизма, она участвует во внутриклеточном транспорте веществ. Небольшие молекулы и ионы перемещаются в гиалоплазме путем диффузии. Крупные молекулы биополимеров и органоиды транспортируются при участии цитоскелета.

Цитоскелет — это трехмерная сеть, образованная белками и пронизывающая гиалоплазму клетки. Это своеобразный механический каркас, обеспечивающий пространственную организацию цитоплазмы. Основными компонентами цитоскелета эукариот являются микротрубочки и микрофиламенты (рис. 34).

Микротрубочки представляют собой тонкие полые цилиндры, стенки которых образованы молекулами белка *тубулина* (рис. 35, с. 68). Микротрубочки участвуют в транспорте веществ и органоидов внутри клетки. Вдоль них с помощью специальных белков перемещаются различные клеточные структуры. Такой транспорт осуществляется за счет энергии АТФ. Микротрубочки также

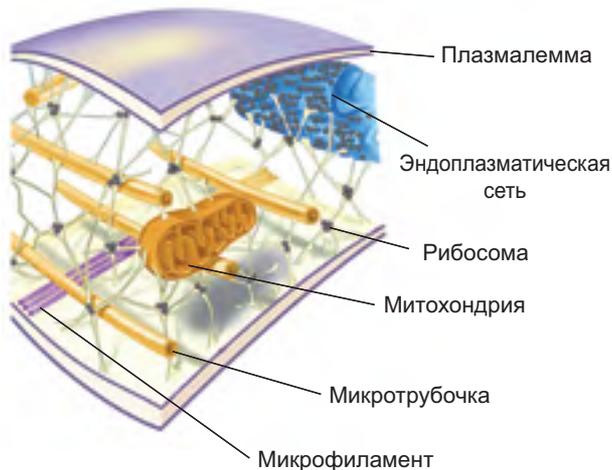


Рис. 34. Схема организации цитоскелета